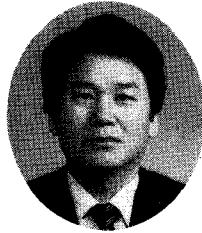


환경관리 기술사 문제 해설

(대기분야 · 1988년시험)



魯鍾植

〈주〉 상록환경 대표이사, 환경(수질·대기)기술사

〈1988년 시행〉 (제3교시) 지난호에 이어 계속

〈문제 1〉 굴뚝에서 배출되는 대기오염물질이 풍하측(down wind)지표로 down wash 현상이 일어나지 않도록 방지하기 위하여 어떤 공기역학(aerodynamic)적 배려를 해야 하나.

지세가 대기오염에 미치는 영향의 하나로 도시에서의 불규칙적인 건물의 높이 때문에 기계적인 난류가 발생하기도 한다. 건물 주위에서 바람이 분리되면 건물뒤의 분리된 부분에는 소용돌이(eddy)가 생기면서 오염물의 농도가 높아지게 된다. 이때 방출되는 연기의 속도가 바람의 속도와 같거나 적으면 굴뚝에서 분리된 오염물질은 세류현상(down wash)을 일으켜서 오염물질의 분산이 저해된다. 굴뚝이 낮아서 오염물질이 공동부분(cavity)에 갇히는 것을 방지하기 위하여 건물 위나 건물 가까이 위치하는 굴뚝의 높이는 건물 높이의 2.5배 이상이 되어야 한다. 배출구 높이에서의 수평방향 풍속(u)과 배연속도(v_s)간에는 다음과 같은 관계가 성립한다.

① 굴뚝에서 배출되는 배연속도가 풍속보다 작을때 배출되는 즉 $v_s/u < 1$ 일 때에는 down

wash 또는 creep 현상이 생긴다.

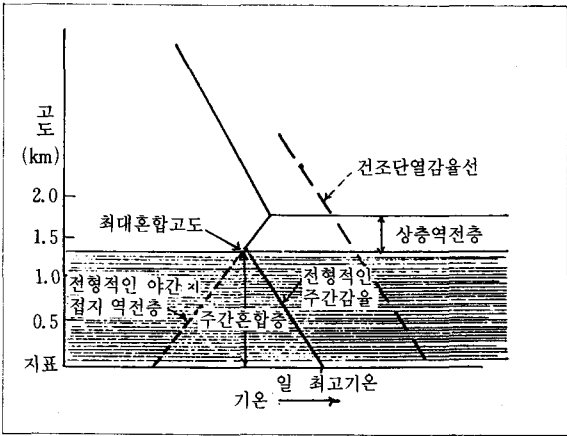
② 굴뚝에서 배출되는 배연 속도가 풍속의 2배보다 클때 즉 $v_s/u > 2$ 일때는 굴뚝 바로 아래 지표에 오염물이 다다르지 못한다.

③ 일반적으로 $v_s/u = 1$ 이라는 조건이 위 두 경우의 중간적 입장을 취하게 되는데 이 값은 풍동내에서 실험을 할때 늘 활용하는 값이다.

따라서 건설예정인 굴뚝의 위치와 높이는 그 지점의 풍속 통계치를 정함으로써 임의의 시간내에 일어날 수 있을 오염물의 down wash 현상을 일어나지 않게끔 보증할 수 있는 배연 속도를 산출할 수 있다. 가령 풍속 통계치의 98%가 $u < 15m/sec$ 일때 배연속도 v_s 를 20m/sec로 한다면 down wash 현상을 98%까지 예방할 수 있다는 연구 결과가 이를 실증하고 있다. 또 굴뚝에서 내뿜는 오염물의 배출 속도가 클 경우에는 배출물에 주어진 운동량(momentum)이 커지기 때문에 대기의 난류가 미처 작용하기 전에 매연기둥의 높이가 더 높아질 수도 있다. 그러나 배연 속도도 그리 크지 않고 또 젓트처럼 분출하지도 않은 경우에는 매연 기둥이 더 높아질 수 없을 것이다. 따라서 다량의 배기를 그만큼 큰 속도로 내뿜게 하는 송풍장치나 설치 문제가 논의의 대상이 되

기도 하지만 이때에는 경제성이 문제 해결의 실마리를 쥐게 된다.

〈문제 2〉 공중역전층(elevated Inversion)이란 어떤 것이며 그 저면(Base)까지의 고도와 대기 오염도와는 어떤 관계가 있는가?



그림에서와 같이 보통 1300m까지는 기온이 감을조건을 나타내고 있지만 그이상 1,750m 고도까지는 역전층에 덮인 다음 그 역전층 위는 다시 고도가 높아짐에 따라 기온이 낮아지는 정상 대기층을 이루고 있는 것을 알 수 있다. 이와같이 역전층이 공기 높이 떠있는 경우에는 이를 공중역전층이라고 부른다. 공중역전층을 생성 원인 별로 보면 침강형인 경우, 해풍형에 의한 경우 몇 전선형인 경우로 대별된다.

○침강형 역전층(subsidence Inversion) : 상공에 있었던 대기가 점차 침강하면 주위 대기로 부터 보다 큰 압력을 받게 되어 단열 압축 과정을 거쳐 기온이 상승하게 된다.

○해풍형(Sea Breeze) : 육지 위에 있는 온난한 기관 바로 아래로 한냉한 해풍이 불어오면 결과적으로 공중역전층이 형성된다.

○전선형(Frontal) : 대기내의 기상학적 불연속선 또는 밀바다에 깔린 한냉 공기와 위에 있는 온난 공기간의 경계면임으로 기온 구조로 보아서는 하나의 역전층으로 뚜렷이 나타난다.

이들 역전층에 오염물질을 방출시키면 뚜껍처럼

상하부로 분산이 되지 않으므로 그대로 있게 된다. 이 역전면이 지표부근에 생기면 문제가 된다.

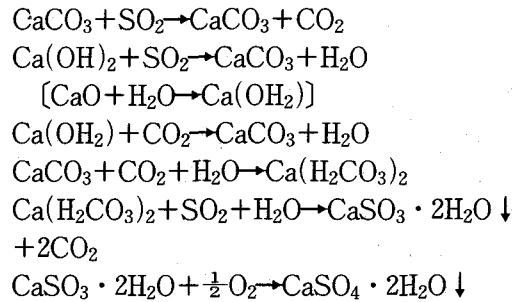
〈문제 3〉 배출가스의 탈황방법에 대하여 설명하시오

(1) 흡수법

아황산가스와 화학적으로 반응하기 쉬운 화합물을 흡수제로서 배가스와 접촉시켜 아황산가스를 액체 또는 고체의 화합물로 분리하며 습식법과 건식법이 있다.

① 습식흡수법 : 흡수제를 물에 용해 또는 현탁시켜서 배가스와 접촉해 탈황하면 배가스의 온도가 저하하나 탈황률은 높다. 장치는 소형이고 흡수제로서 석회 현탁액, 암모니아 수용액, 아황산나트륨수용액, 아황산칼륨의 진한 수용액 등을 사용한다.

② 석회법 : 석회석[CaCO₃] 또는 소석회 [Ca(OH)₂]의 현탁액으로 배가스를 세정하여 SO₂를 흡수 제거한다.



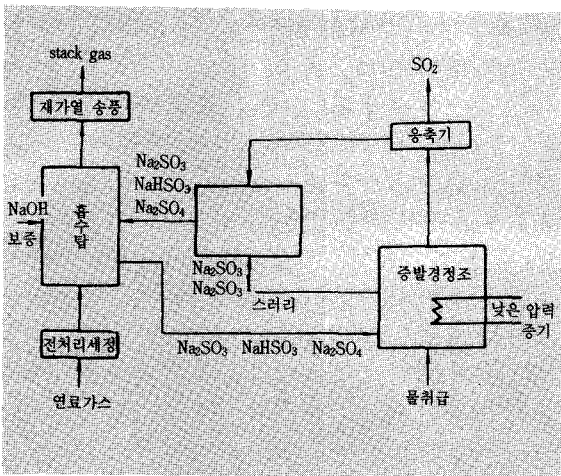
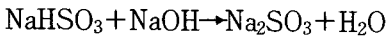
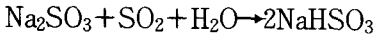
이때 배기가스가 50°C로 저하되기 쉬우므로 항상 온도유지는 120~150°C로 하고 pH6.5~7.0으로 유지한다.

그림 3에서 습식흡수법은 SO₂와 화학적으로 반응하기 쉬운 화합물에 용해 또는 현탁화하여 접촉시킬 때 화학적으로 인한 흡수를 이행하는 방법으로써 흡수제의 취급이 용이하다.

배연의 온도가 노점(55~60°C)까지 저하하여 백연이 생기는 결점이 있다. 따라서 대용량의 배기가스를 처리할 때에는 탈황을 한 후 재가열해 줄 필요가 있고 보통 중요연소탈황에서는 재가열

에 3%이상의 증류의 소요가 필요하다.

㉠ 아황산소다법 : 아황산소다(Na_2SO_3)의 수용액에 배가스를 접촉시키면 SO_2 가 흡수되어서 아황산수소나트륨(NaHSO_3)이 생성된다. 여기에 가성소다를 가하면 아황산소다가 재생되며 일부를 순환사용하여 나머지를 부산물로서 회수한다.



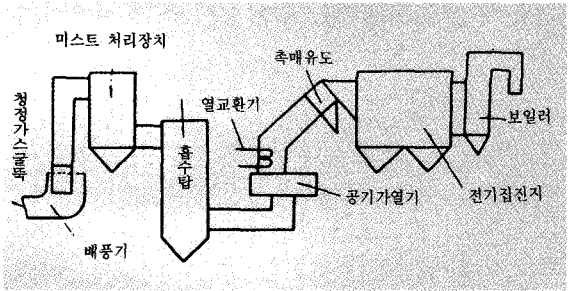
㉡ 촉매산화법 : 실리카겔 등의 담체에 V_2O_5 , 황산칼륨의 촉매층을 사용하여 아황산 가스를 접촉산화시켜서 무수황산으로서 제거한다. 이때 아황산가스의 접촉산화는 $450\sim 470^\circ\text{C}$ 의 온도범위에서 행한다.

이 공법은 접촉식 황산제조법과 같은 방법으로 V_2O_5 , K_2SO_4 등의 촉매를 사용하여 SO_2 를 산화하고 H_2SO_4 로 회수한다.

배연 510°C 로 보일러에서 배출시키고 집진기에서 먼지를 포집하면서 송풍기에 의하여 온도가 480°C 로 떨어지면서 이 때 촉매층을 통과한다. SO_2 의 90%가 무수 황산으로 전환되고 Econo-mizer에서 340°C 로 온도가 떨어지며 공기 예열기에서 230°C 로 냉각되어 흡수탑으로 들어가 황산으로 세정된다.

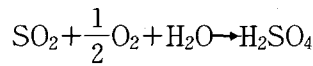
여기서 나오는 황산의 농도는 80%정도이다.

㉢ 흡착법 : 아황산가스를 함유한 배가스를 약



100°C 에서 활성탄층을 통과하면 아황산가스와 산소가 활성탄에 흡착된다. 이때 흡착된 아황산가스는 산소와 반응하여 무수황산이 되고, 수증기와 반응하여 황산으로서 고정된다.

활성탄은 세정에 의하여 황산을 탈착시켜 재생해 재사용된다.



이 경우 활성탄 표면에 생성된 H_2SO_4 를 회수하고 활성탄을 재생하는 방법에는 2가지가 있다.

㉠ 수세에 의한 20%정도의 황산으로 회수한다.

〈문제 4〉 접선식 cyclone에서 가스유입 속도 및 cyclone의 각 칫수(원통부 길이, 원통부 지름, 집진구 구경, 집진실의 크기, 출구관 지름, 입구 단면의 길이)의 크기가 집진효율에 미치는 영향에 대하여 쓰시오.

Cyclone 형식의 원심력 집진장치는 그 구조가 간단하며, 시설비도 싸고 유지관리도 편하므로, 단독 제진장치나 다른 제진장치의 전처리용으로 대단히 광범위하게 쓰여진다. Cyclone의 실용범위는 수 μ 입자까지 포집이 되며 압력손실은 $100\text{mmH}_2\text{O}$ 이하이다.

(2) 배기관경(내관)이 작을수록 입경이 작은 먼지를 제거할 수 있다.

(3) 입구유속에는 한계가 있지만 그 한계내에서는 속도가 빠를수록 효율이 높은 반면에 압력손실도 높아진다.

(4) 일반적으로 축류식직진형, 접선류입식소

구경 multiclone에서는 blow down 효과를 얻을 수 있다.

(5) Cyclone의 직렬단수, 적당한 dust box의 모양과 크기도 효율에 관계된다.

(6) Cyclone의 표준형이 절대적인 것이 아니라 표1과 같은 조건에 따라 제진효율을 다양하게 높일 수 있다.

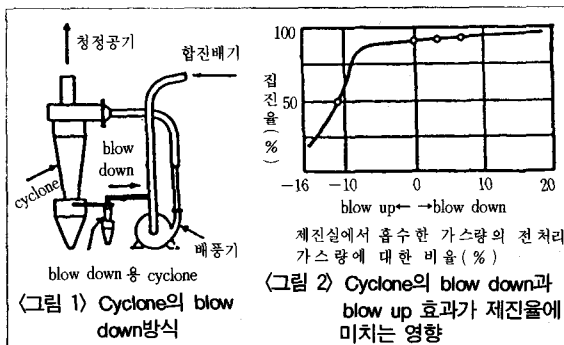
[표-1] Cyclone의 제진성능에 미치는 조건

변수	성능	압력손실감소	포집효율증가
입구풍속 v_i		소	50~80/s(15~25m/s)
크기		무	소형°
출구관경 d		대	△소형°
원통부직경 D		소	△대
원통부길이 L		장	적당
원추부길이 H		장	약간길게
원추각 $\theta = 2 \tan^{-1} \left(\frac{D-d}{2H} \right)$		소	20~30°
입구면적 $a=bh$		소	무
입자진밀도 p_p		무	대°
입자경 σ		무	대°
배기온도 T		고	△저
배기점도 μ		대	△소
배기밀도 P_a		소	무
내부장애물		대	△소
집진공기밀		무	흡입식에서는 전부
내구먼지농도		대	무

주 1. °는 영향이 큼

2. △는 영향이 압력 손실과 포집효율이 반대

그리고 운전상의 문제로서 (1) Blow down 효과를 적용하면 효율이 높아진다. <그림 1>과 같이 cyclone의 dust box, 또는 multiclone의 hopper 부에서 처리 배기량의 5~10%를 흡입함에 따라



cyclone내의 난류현상을 억제시킴으로써 집진된 먼지의 비산을 방지시키는 방법이다. Cyclone의 blow down, blow up이 집진효율에 미치는 영향에 대한 실험결과는 그림2와 같다. 이 blow down의 효과는 선회기류의 난류를 막는것외에 먼지의 장치 내벽 부착으로 일어나는 먼지의 축적도 방지시킨다.

〈문제 5〉 C88%, H₂ 9%, S 3%인 중유가 있다. 이의 연소시에 이론 공기량, 건조연소가스량(이론) 및 (CO₂)최대치를 구하시오

① 이론 공기량(A₀) :

$$A_0 = \frac{1}{0.21} \left\{ 1.867C + 5.6 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 0.7S \right\}$$

$$= 8.89C + 26.67H + 3.33S$$

$$= 8.89 \times 0.88 + 26.67 \times 0.09 + 3.33 \times 0.03$$

$$= 7.92 \text{ Nm}^3 / \text{kg}$$

② 건조 가스량(God) :

$$\text{God} = (1 - 0.21)A_0 + 1.867C + 0.7S + 0.8N$$

$$= 0.79 \times 7.92 + 1.867 \times 0.88 + 0.7 \times 0.03 + 0$$

$$= 7.92 \text{ Nm}^3 / \text{kg}$$

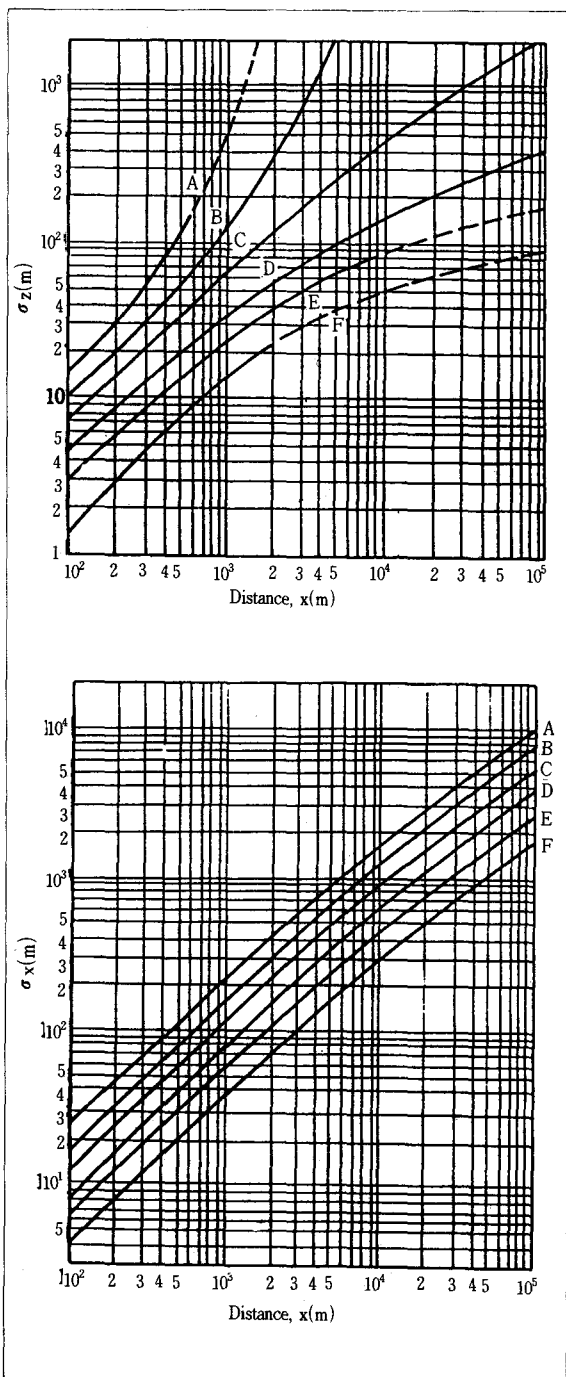
③ CO₂max(%) = $\frac{1.867C}{\text{God}} \times 100$

$$= \frac{1.867 \times 0.88}{7.92} \times 100$$

$$= 20.7(\%)$$

〈문제 6〉 유효 연돌 높이가 70m 연돌에서 150g/sec의 속도로 SO₂가스가 배출되고 있다. 연돌에서의 풍속은 5m/sec이고 대기의 안정도 조건은 D이다. 연돌에서 500m 거리에서 중심선상의 지표농도를 Gaus Model에서 구하시오

$$C(X,Y,Z) = \frac{Q}{2\pi \mu \sigma_y \sigma_z} \left\{ \exp\left(-\frac{Y^2}{2\sigma_y^2}\right) \right. \\ \left. \left\{ \exp\left[-\frac{(H-Z)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(H+Z)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \right\}$$



그림에서 대기 안정도의 등급이 D인 경우 수평 및 수직 표준편차 $\sigma_y \sigma_z$ 의 값이 각각 36m, 18.5m임을 알 수 있다.

주어진 값과 $y=0, z=0$ 인 경우를 주어진 식에 대입하면

$$\begin{aligned}
 C(500, 0, 0) &= \frac{Q}{\pi \mu \sigma_y \sigma_z} \exp\left(\frac{-H^2}{2\sigma_z^2}\right) \text{임으로} \\
 &= \frac{150 \times 10^6}{\pi (15)(36)(18.5)} \\
 &\quad \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{70}{18.5}\right)^2\right) \\
 &= 11.16 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3
 \end{aligned}$$

(제4교시)

〈문제 1〉 도시 및 공단의 대기오염을 저감시키기 위한 기초 자료로서 가장 중요한 자료의 하나가 오염 측정치이다. 대기 오염의 측정도 새로운 첨단 기술의 도입과 더불어 전산화되고 있는데 대기오염 측정망의 전산화 시스템에 대하여 아는 대로 설명하시오

① 의의와 목적

고정된 site 환경오염 측정소의 측정장치나 이동 측정장비를 온라인화 하여 오염을 상시 자동 감시하고 자료의 전산 처리 등을 통한 효과적인 환경보전대책수립 시행이 가능하도록 하는 system을 만드는 것이다.

즉 1단계로는 측정 자료의 전산화로 지역별 및 시간별 오염도의 신속한 파악과 동시에 오염도가 높은 상황에 즉각 대처할 수 있는 기능 및 체제 확립을 기하는 동시에 2단계로는 환경오염 저감에 있어 한층 더 강력히 규제하는 오염물질의 총량 규제와 예보 통제 체제의 확립을 가능하게 하기 위함이다.

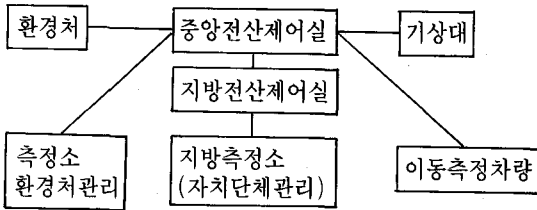
② 전산화 방안

가. 운영과 기능

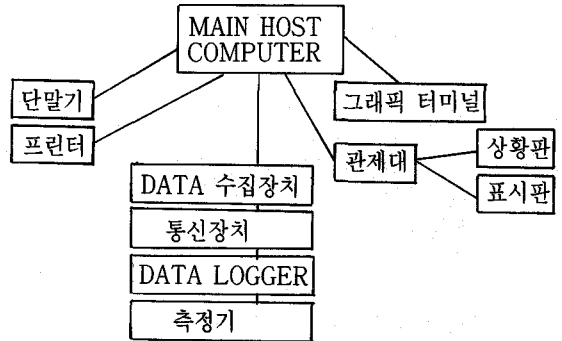
- 측정소와 상황실의 MAIN Computer로 구성
- 중앙 측정망 자료와 각 지방 측정 자료와 상호 교환
- 각 측정소의 측정치 자료수집, 감시기능
- 기상대와 연결, 측정자료의 분석

- 인쇄 장치를 통한 통계 보고서 작성
- 연구기관의 식품, 약품공해의 연구, 분석 통계 자료의 전산화
- 환경오염 업소 현황 및 행정 처분내용 등 전산화

나. 구성 체계



다. 기기구성



상담 및 문의전화 484-1867

환경계소식

폐기물처리기사제 신설

산업폐기물을 효율적으로 관리-처리하는데 전문인력의 양성이 급선무라는 각계의 요구에 부응하고자 환경처는 노동부와 협의를 거쳐 폐기물처리기사제도를 도입, 내년 상반기중 첫자격시험을 치르게 된다.

폐기물처리기사는 기술사, 기사1급, 기사2급 등 3종으로 구분되며, 시험시기는 노동부산하 한국산업인력관리공단이 12월 초 공고할 예정이다.

시험과목은 3종 모두 ▲폐기물개론, ▲폐기물소각 및 열회수(기사2급은 제외), ▲폐기물처리기술, ▲폐기물 공정시험 방법, ▲폐기물법 등 5개 과목이며, 자세한 사항은 공고되는대로 92년 1월호에 게재할 예정이다.

(주)상록환경(대표이사·노종식/구·고려환경콘설탄트)는 그간의 경험과 성과를 토대로 독립법인인 (주)상록환경을 설립하고, 지난 11월 1일 대기·수질오염 방지시설업체로 등록, 본격적인 업무에 들어갔다.

주소: 서울시 강동구 성내동 560-1
TEL: 484-1867 FAX: 473-8180

울산공해추방운동연합은 지난 11월 5-9일 5일간 울산문화원에서 창립기념행사를 가졌다.

사진전, 비디오상영, 환경관련 서적전시회 등 행사를 통하여 환경오염의 심각함에 대한 각성을 촉구한 동 연합은 9일 창립기념세미나를 가졌다.

이날 세미나에서는 「울산의 공해, 이대로는 안된다」를 주제로 영남대 백성욱교수의 「울산의 대기오염, 어느 건도인가」, 박영숙 민주당 최고위원의 「지방자치 시대의 환경입법」, MBC 최도영 PD의 「환경운동의 과제와 전망」 등의 주제발표가 있었다.

(株)코오롱(대표이사·하기주)은 지난 11월 7일 경북 김천시 웅명동에서 동사 김천공장 준공식을 가졌다.

'89년 12월 착공을 한 뒤 2년만에 완공된 동공장은 (株)코오롱이 3백억원을 투입하여 총2만 8천여평의 부지위에 세운 것으로 각종 정밀화학 제품의 첨단 생산설비를 갖추고 있다.

정은사(대표·정은택/본 회보 인쇄처)는 사세확장으로 양천구 목동에 제2공장을 증설하고 지난 11월 18일 개업식을 가졌다.

주소: 서울시 목1동 405-195호
전화: 635-7071, 2/652-6245